

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra obrábění a montáže - 346**

**Dělení materiálu tvrdokovovým kotoučem**

**Material Division by Hardmetal Wheel**

**Student:** Krejčí Ladislav  
**Vedoucí bakalářské práce:** doc. Ing. Vladimír Vrba CSc.

**Ostrava 2009**

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: .....

.....

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Krejčí, L. Dělení materiálu tvrdokovovým kotoučem. Ostrava: katedra obrábění a montáže – 346, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, XX s. Bakalářská práce, vedoucí Vrba, V.

Bakalářská práce se zabývá problematikou dělení materiálu pomocí pásové a kotoučové pily. Úvodní část je věnována představení firmy Klein & Blažek, s.r.o. Následuje charakteristika starší technologie dělení materiálu pomocí pásové pily, zpracování pracnosti a uvedení následných operací před použitím polotovaru pro obráběcí stroj.

Na základě pracnosti tvorby polotovaru pro obráběcí stroj je v této práci navržen nový způsob technologie dělení materiálu pomocí kotoučové pily. Prostor je ponechán rovněž technologickému a ekonomickému vyhodnocení obou technologií.

## **ANNOTATION OF THESIS**

Krejčí, L. Material Division by Hardmetal Wheel. Ostrava: Department of Working and Assembly – 346, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, XX p.

Thesis, head: Vrba, V.

Thesis deals with questions of material division through the use of band and circular saw. The first part presents Klein & Blažek, s.r.o. company. Next chapters show characteristics of material division with help of band saw older technology, work difficulty processing and sequential operations before using semi-finished product for machine tool. Based on work difficulty of making semi-finished product for machine tool this thesis proposes new way of material division technology through the use of circular saw. Space is also given to technological and economical evaluation of both technologies.

# Obsah

|  |    |
|--|----|
| Úvod.....  | 1  |
| 1 Charakteristika firmy Klein & Blažek, s.r.o.....   | 2  |
| 1.1 Základní údaje.....  | 2  |
| 1.2 Historie společnosti.....  | 2  |
| 1.3 Současnost.....  | 3  |
| 2 Dělený materiál.....   | 4  |
| 2.1 Charakteristika děleného materiálu.....  | 4  |
| 3 Technologie dělení materiálu pásovou pilou.....  | 5  |
| 3.1 Popis a konstrukční rysy pásové pily HBM 360 A.....  | 5  |
| 3.2 Technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na pásové pile.....                          | 9  |
| 3.3 Technologický postup frézování zadní strany polotovaru.....  | 11 |
| 3.4 Finanční náklady na výrobu polotovaru pomocí předcházejících dvou operací.....                     | 11 |
| 4 Návrh nové technologie dělení profilu 8557.....  | 12 |
| 4.1 Zkouška vysoce výkonné plně automatické kotoučové pily BEHRINGER typ VA-L 350 NC1.....             | 13 |
| 4.1.1 Popis a konstrukční rysy kotoučové pily VA-L 350 NC1.....  | 13 |
| 4.1.2 Zkoušky řezání na kotoučové pile VA-L 350 NC1.....   | 15 |
| 5 Technologie dělení materiálu tvrdokovovým kotoučem.....  | 16 |
| 5.1 Popis a konstrukční rysy kotoučové pily PROFILMA 200 E.....  | 16 |
| 5.1.1 Řezání na kotoučové pile PROFILMA 200 E .....  | 19 |
| 5.1.2 Nastavení stroje.....  | 19 |
| 5.1.3 Řezání.....  | 21 |
| 5.1.4 Měření dílů.....   | 22 |
| 5.1.5 Technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile PROFILMA 200 E.....      | 23 |
| 5.1.6 Finanční náklady na výrobu polotovaru pomocí operace řezání na kotoučové pile PROFILMA 200E..... | 25 |
| 6 Technicko-ekonomické zhodnocení.....   | 26 |
| 6.1 Kalkulace řezání .....   | 26 |
| Závěr .....  | 28 |
| Seznam použité literatury.....   | 30 |
| Seznam příloh.....   | 31 |

## **Zkratky**

|        |   |
|--------|---|
| A      | Ampér   |
| a. s.  | akciová společnost  |
| cca    | cirka   |
| CNC    | Computer Numerical Control (Číslicové řízení pomocí počítače)   |
| Hz     | Hertz   |
| GmbH   | Gesellschaft mit beschränkter Haftung (typ právnické osoby – přibližně odpovídá české společnosti s ručením omezeným) |
| Kč     | koruna česká  |
| kg     | kilogram  |
| ks     | kusy  |
| kW     | kilowatt  |
| Nmin   | normo minuta  |
| m      | metr  |
| min    | minuta  |
| mm     | milimetr  |
| ot     | otáčky  |
| sec.   | sekunda   |
| s.r.o. | společnost s ručením omezeným   |
| STP    | skupinový technologický postup  |
| V      | volt  |

# Úvod

Předmětem této bakalářské práce je porovnání technologií řezání a zhodnocení nového způsobu dělení materiálu.

První technologií pro dělení materiálu z hliníkové slitiny bylo řezání pomocí pásové pily od německého výrobce BEHRINGER, GmbH typu HBM 360 A. Tato metoda se v sériové výrobě neosvědčila, jelikož slibované parametry stroje nesplnily očekávané požadavky, týkající se přesnosti a kolmosti řezu. Dále pak nebylo docíleno požadované drsnosti povrchu předepsané výkresovou dokumentací a tím došlo k nežádoucímu rozšíření technologického postupu o další operaci a to o operaci frézování zad polotovaru. Bez tohoto kroku by totiž nebylo zajištěno přesné upnutí v obráběcím stroji a docházelo by tím k vysoké zmetkovitosti.

Proto jsme se začali zabývat výběrem vhodnější technologie pro dělení tohoto materiálu. Vyzkoušeli jsme novou vysoce výkonnou a plně automatickou kotoučovou pilu od stejného výrobce typu VA-L 350 NC1 v hydraulickém provedení. Tato pila však opět nebyla schopna dodržet jeden z předepsaných parametrů a to drsnost povrchu, a také zde docházelo k velkému výskytu otlaků na bocích dílů.

Přes další různé zkoušky jsme dospěli k technologii řezání pomocí tvrdokovového kotouče.

Tato metoda je opět realizována na stroji od německého výrobce avšak již od jiné firmy. Výrobce stroje je firma PRESSTA EISELE, GmbH., která převážně vyrábí kotoučové pily typu PROFILMA pro dělení materiálu z hliníkových slitin, které jsou použity pro různé stavebnicové profily a rámy oken.

Zda bude tato kotoučová pila typu PROFILMA 200 E schopna dosáhnout požadovaných parametrů a dojde při jejím nasazení do technologického postupu firmy Klein & Blažek, s.r.o. k odstranění nežádoucí operace, to bude předmětem druhé části této bakalářské práce.



# **1 Charakteristika firmy Klein & Blažek, s.r.o.**

## **1.1 Základní údaje**

|                   |                               |
|-------------------|-------------------------------|
| Obchodní jméno    | Klein & Blažek, s.r.o.        |
| Sídlo             | Nádražní 100, Štíty           |
| Právní forma      | společnost s ručením omezeným |
| Počet zaměstnanců | 560                           |

## **1.2 Historie společnosti**

Historie společnosti sahá až do roku 1958, kdy se zde začali pomocí 14 pracovníků vyrábět domovní zvonky, dětské hračky a lisování bakelitu.

V roce 1968 byla ve spolupráci s MNV Štíty zahájena jednání týkající se odkoupení pozemků atletického a fotbalového stadionu. Na tomto pozemku začala výstavba nových výrobních hal pro již kapacitně nevyhovující provozovnu na náměstí.

Výstavba nového závodu byla ukončena v roce 1970. Do nových prostor byla převedena první část výroby pro automobilové závody ŠKODA. V této době zde již pracovalo 220 zaměstnanců a podnik byl jedním ze závodů okresního podniku JESAN Jeseník. V roce 1990 se podnik dostal do vlastnictví města Štíty a 1. března 1994 byla uskutečněna privatizace firmou KLEIBL, s.r.o..

Ta byla v červenci roku 1994 přejmenována na Klein & Blažek, s.r.o. Původní výrobní program se stal základem i pro činnost nové společnosti.

Tradice třiceti let dodavatele do automobilového průmyslu, dobré jméno společnosti v oblasti jakosti i spolehlivosti dodávek a zkušenosti managementu byly dále rozvinuty při značném rozšíření výroby, výrobních prostor, zaměstnanců i jakosti výroby.

### 1.3 Současnost

Dnes je společnost Klein & Blažek, s.r.o. jedním z významnějších dodavatelů pro automobilový průmysl. Zabývá se kompletním zpracováním kovového materiálu a to v následujících oblastech.

Oblast lisovaných produktů - výroba lisovaných od tonáže lisů 100 kN až po lisy s tonáží 6300 kN. Jedná se o zařízení, kde jsou plechové výlisky zakládány pomocí obsluhy ručně, a nebo jde o kompletní lisovací automaty složené z odvíječe materiálu rovnačky materiálu, podavače a lisu.

Oblast svařovaných produktů – zde dochází k využití robotizovaných pracovišť pro velkosériovou výrobu. Následuje využití jistého spektra jednoúčelových speciálních pracovišť pro bodování dílů podsestav karosérie automobilů, které jsou doplňovány v konečné fázi i ručním svařováním pomocí metod MIG / MAG.

Oblast montáží - zde je firma vybavena větším množstvím jednoúčelových strojů pro montáže koncových svítidel automobilů. Mimo oblast automobilového průmyslu se zde kompletují různá madla pro otevírání a zavírání oken, navíječe venkovních žaluzií a hlavně pokračování v původní produkci domovních zvonků, které jsou dnes již rozšířeny o elektrické gongy.

Oblast tepelného zpracování – tepelné zpracování v sedmi pecích kalící linky SOLO CTB 40/40/60.

Oblast obrábění – tato oblast se dá rozdělit do dvou skupin.

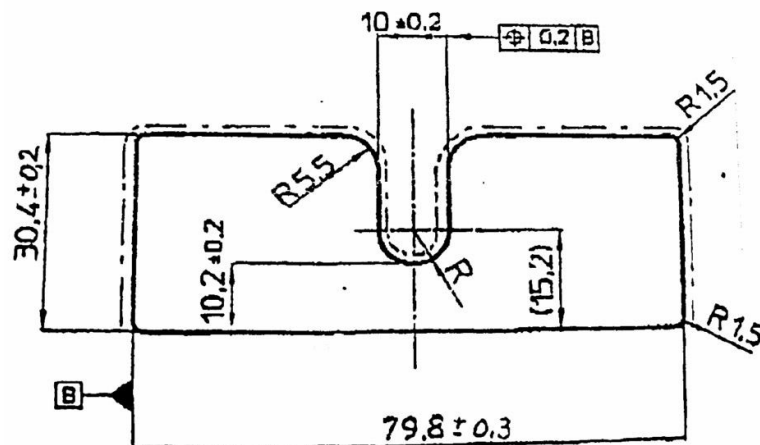
První skupinou je dlouholetá výroba motorového soukolí s řetězem, která je v současné době již na ústupu a jde spíše o výrobu náhradních dílů. Celá tato produkce je provozována na původním strojním vybavením, které obsahuje například pětivřetenové soustruhy typu ANK 5/135 a nebo odvalovací frézy OFA 16 z TOSu Čelákovice.

Druhou skupinou je již dnes moderní výrobní hala, kde dochází k výrobě přesných součástí pro automobilový průmysl. Díly jsou obráběny z různých typů materiálů na CNC řízených strojích českých i zahraničních výrobců, a musí splňovat přísné výrobní tolerance. Ze strojního vybavení můžu jmenovat stroje od české firmy TAJMAC – ZPS a.s. Zlín a ze zahraničních například firmy Index Werke G.m.b.H., Deckel Maho Gildemeister, nebo Pressta Eisele.

## 2 Dělený materiál

### 2.1 Charakteristika děleného materiálu

Tyč profilovaná tažená o rozměrech průřezu dle obrázku a délce 3000 mm.



Obr. 3.1 Rozměr profilu děleného materiálu

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Označení profilu:        | 8557                                      |
| Materiál:                | EN AW – 6082, stav T6 (EN AW - AlSi1MgMn) |
| Hmotnost:                | 5,978 kg/m                                |
| Plocha průřezu:          | 2 214 mm <sup>2</sup>                     |
| Obvod:                   | 249 mm                                    |
| Tvar profilu:            | otevřený                                  |
| Dodavatel:               | Alusuisse Děčín, s.r.o.                   |
| Řezaná délka polotovaru: | 25,9 – 0,4 mm                             |



Obr. 3.2 Uložení profilovaných tažených tyčí

### 3 Technologie dělení materiálu pásovou pilou

První technologií pro dělení profilu 8557 z třímetrových tyčí na požadovaný rozměr polotovaru, byla technologie řezání pomocí pásové pily od německého výrobce BEHRINGER GmbH typu HBM 360 A.



*Obr. 4.1 Strojní pásová pila BEHRINGER HBM 360 A*

#### 3.1 Popis a konstrukční rysy pásové pily HBM 360 A

##### Rám pily:

Pevná odlévaná konstrukce odolná vůči vibracím a krutu s bezvůlovým, předepnutým, čtyřnásobným vedením. Dva vodící paralelní sloupky jsou broušeny a tvrdochromovány.



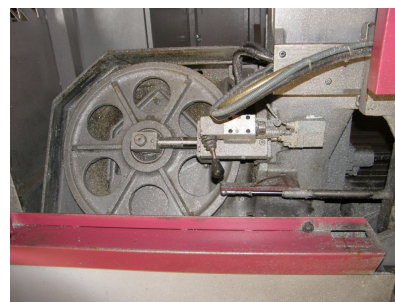
*Obr. 4.2 Rám pily HBM 360 A*

##### Vedení pilového pásu:

Kombinace rolen s hydraulicky předepnutými tvrdokovovými destičkami. Automatické nastavení pohyblivého ramene vedení dle průměru nebo šířky děleného materiálu.

#### Napínání pilového pásu:

Hydraulické napínání pilového pásu elektricky hlídané s automatickou redukcí napínacího tlaku při klidovém stavu stroje. Automatické vypnutí stroje při přetržení pilového pásu a elektrické hlídání minimálních otáček, jakož i hlídání vysmeknutí pilového pásu.



*Obr. 4.3 Napínání pásu na pile HBM 360 A*

#### Řízení posuvu ramene pily:

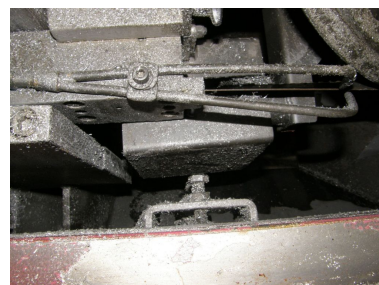
Jakož i konstantní posuv do řezu při dělení plného materiálu s jištěním proti přetížení, tak také konstantní řezná síla s automatickým nastavením posuvu při dělení profilů v závislosti na šířce řezu, zaručující optimální životnost pilového pásu a přesné odřezy při vysokém výkonu. Nastavení posuvu je plynulé pomocí stupnice. Řezná síla je volitelná pomocí symbolů – plný materiál profil apod.

#### Nastavení výšky ramene pily:

Plně odpovídá průměru nebo výšce děleného materiálu -tj. průměr 360 mm; čtyřhran 360 x 360 mm

#### Čištění pilového pásu:

Prostřednictvím dvou rotujících dvojitéch drátěných kartáčů průměru 100 mm. Pohon kartáčů (otáčky) je synchronní s pohonem pily = oběžná rychlost pilového pásu. Jemné nastavení vzdálenosti od pilového pásu s aretací.



*Obr. 4.4 Kartáče pro čištění pilového pásu*

#### Přesnost řezů:

Při odborné obsluze a při použití správného náradí leží odchylka v rozsahu 0,1 mm na 100 mm výšky řezu. Toto odpovídá hodnotám pro kolmost a rovinnost dle DIN ISO 2768 díl 2 – nad 30 mm jmenovitého rozměru. Dosažitelná přesnost délky odřezů odpovídá při dělení jednotlivých tyčí pro odřezy nad 6 mm hodnotám dle DIN ISO 2768 díl 1-f.

#### Stojan stroje:

Silný stojan stroje odolný vůči krutu skříňové konstrukce s vestavěnými nádržemi pro chladicí kapalinu a hydraulický olej.

#### Zakrytování stroje:

Plné zakrytování stroje pro optimální ochranu pracovního místa. Okolí stroje není z tohoto důvodu znečišťováno. Široké dveře umožňují pohodlný přístup a snadnou údržbu.

#### Transport materiálu – výška toku materiálu:

Průběžný válečkový stůl v celém prostoru stroje nacházející se na příjezdové straně. Délka stolu k pilovému pásu 1850 mm – 14 stabilních unášených rolen. Prostory mezi válečky zakryty. Stůl na odjezdové straně. cca. 300 mm délka.

#### Svěrák materiálu:

Hydraulické horizontální upínání materiálu s plynule nastavitelnou regulací upínacího tlaku. Chod pohyblivé čelisti v celém řezném rozsahu. Tvrzené upínací čelisti při řezech 90° - upínání materiálu před a za pilovým pásem.



*Obr. 4.5 Svěrák materiálu*

#### Automatické podávání materiálu:

Kyvadlově uložené podávací kleště v rámové konstrukci pro běžný posun materiálu s integrovaným čidlem pro poznání konce materiálu – svěrák nepodává. Chod pohyblivé čelisti v celém upínacím rozsahu - rozsahu řezu. Upínací tlak je plynule regulovatelný.

#### Hydraulické vybavení:

Olejová nádrž s čerpadlem jakož i filtrační jednotka stojí samostatně. Z tohoto důvodu jsou časy potřebné na údržbu redukovány na minimum. Ventily a řídicí agregáty stojí v blízkosti čerpadla a jsou chráněny.

#### Chladicí zařízení:

Chladicí prostředek je regulován a přiváděn do místa řezu pomocí tří trysek. Nádrž pro chladicí prostředek odnímatelná pro snadné čištění.

#### Odklizení třísek:

Elektricky poháněný hrablový dopravník v základním provedení stroje vynáší třísky ze stojanu – lože stroje do výšky 600 mm. Dopravní rychlost 2,1 m/min.



### Řízení programu:

Vyrobené dle VDE předpisů – volné programování. Rozvaděč je ustaven na příjezdové straně na stojanu stroje. Obslužný panel je umístěn na odjezdové straně v místě řezu. Nastavení rychlosti s ukazatelem rychlosti je prováděno od obslužného panelu. Obsluha stroje je prováděna pomocí menu znázorněném na Behringer terminálu. Na terminálu lze znázornit počet kusů, délku odřezu, chybová hlášení, počet provozních hodin, dobu nasazení pilového pásu, čistý čas řezu a mnoho dalších hodnot a informací. Celkové lze zadat a uložit do paměti 50 sad – počet kusů délka. Tyto sady lze opět z paměti vyvolat. Při zadání požadované délky odřezu řízení automaticky přepočítá a znázorní nutnou délku nastavení v závislosti na opakování posuvu podávacího svěraku. Tato délka se pouze nastaví na ručním kole pro nastavení délky odřezu a řízení automaticky přepočítá počet opakování zdvihu podávacího svěraku. Ve spojení s CNC – řízením odpadá ruční nastavení na ručním kole – vše je prováděno od obslužného panelu.



*Obr. 4.6 Obslužný terminál*

### Pilový pás:

Bimetalový pilový pás kvalita M42, rozměr 5400 x 34 x 1,1 mm, kombinované dělení 2 / 3 zuby na palec.



*Obr. 4.7 Typ a kombinace dělení zubů na palec*

### 3.2 Technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na pásové pile

Z naměřených hodnot vycházejících ze snímku pracovního dne provedeného pracovníky technologie firmy Klein & Blažek s.r.o, vyšla výsledná norma pro řezání polotovaru 37,1735 Nmin / 100 ks, což odpovídá normě 1210 ks za jednu směnu.

Technologický postup zpracovaný technologií firmy Klein & Blažek, s.r.o. pro řezání materiálu na pásové pile je popsán popisem operace daného pracoviště.

#### Popis operace(doprovodný text technologického postupu):

Očistit dorazové plochy pilových svěráků.

Na válečkovou trať naskládat tři tyče profilu 8557 vedle sebe ve dvou vrstvách (celkem 6 ks tyčí).

Profil musí být čistý.

Řezat polotovary na rozměr 26,5 – 0,6 mm

Odříznuté kusy oplachovat v kbelíku s vodou a ofoukat vzduchem.

Výměna oplachové vody jedenkrát za směnu.

Odříznuté kusy ukládat do přepravní bedny( 3 vrstvy po 30 ks – 4 vrstva 10 ks)

Před založením nových tyčí opět očistit upínací plochy pilových svěráků.

Řezná rychlost  $v = 200 - 250$  m/min

Nastavení posuvu = 2,2 – 2,5 dílků na regulačním ventilu



*Obr. 4.8 Detail regulačního ventilu*

Pilový pás 5400x34x1,1 – 2/3 M42



Pozor:

Dbát zvýšené opatrnosti, aby nedocházelo při manipulaci s tyčemi k deformaci drážky o šířce  $10 \pm 0,25$  mm.

Při zahájení výroby nechá obsluha schválit první kus.

Kusy kontrolovat dle kontrolního postupu.

Pozor – neomačkat boční plochy !!!

Řezná kapalina: ARAL SAROL 471 EP

Koncentrace: 3-5%

Příprava emulze: podle STP 40 – skupinový technologický postup pro emulze

Uložení:

Uložit do schránek KLT 4314 po 100 ks dílů.

Jednotlivé vrstvy prokládat papírem.

Z předcházejícího popisu operace je již patrné, že řezání na pásové pile nesplnilo požadavky předepsané výkresovou dokumentací pro daný polotovar a proto je zde již počítáno s délkovým přírůstkem materiálu.

Strojní pásová pila totiž nebyla schopna dodržet dva základní parametry řezání, a to kolmost řezu a drsnost povrchu. Pro zlepšení těchto parametrů docházelo k různým zkouškám, týkajících se rozložení polotovarů po pracovním stole pily, rovnání profilovaných tyčí na sebe pro zkrácení délky, kdy je pás mimo vodící kladky, výběr jiných pilových pásů nebo změna řezné kapaliny. Ani jeden způsob však neodvrátil nutnost použití další nežádoucí operace frézování zadní strany obrobku.

### 3.3 Technologický postup frézování zadní strany polotovaru

Frézování zadní strany na univerzálních frézkách typu FA3U. Hodnota stanovená technologií firmy Klein & Blažek, s.r.o. pro zpracování normy činí 25,9920 Nmin / 100 ks, což odpovídá normě 1731 ks za jednu pracovní směnu.

Popis operace (doprovodný text technologického postupu):

Očistit dorazové plochy upínacího přípravku č.1-2421-00-00

Založit kusy do přípravku

Dbát zvýšené opatrnosti, aby nedocházelo při manipulaci s polotovary k poškození hran a poškrábání kusů.

Kusy kontrolovat dle kontrolního postupu.

Posuv stolu:  $f = 800 \text{ m/min}$

Otáčky nástroje:  $n = 1000 \text{ ot/min}$

Uložení:

Uložit do schránek KLT 4314 po 100 ks dílů.

Celkem 300 ks/ 3 KLT 4314

Jednotlivé vrstvy prokládat papírem.

### 3.4 Finanční náklady na výrobu polotovaru pomocí předcházejících dvou operací

| Operace     |      |      |      | Mzda Kč/kus |
|-------------|------|------|------|-------------|
| 10 Řezat    | 26,5 | -0,6 | Tř.5 | 0,2588      |
| 20 Frezovat | 25,9 | -0,4 | Tř.6 | 0,1719      |

Tyč profil č.8557: 87,0 Kč/kg.

Materiálová spotřeba: 0,1726 kg/kus => 15,0162 Kč/kus.

Pilový pás 0,1515 Kč/ks

**Celkové náklady: 15,5984 Kč/ks**

Poznámka: Mzdové náklady jsou uvedeny dle platové třídy firmy Klein & Blažek, s.r.o. a nezahrnují prémie a sociální a zdravotní pojištění.

## 4 Návrh nové technologie dělení profilu 8557

Při řezání na pásové pile BEHRINGER typu HBM 360 A docházelo z důvodu špatného zpracování vedení pilového pásu k častému praskání pásů. Které se dlouhodobě nedařilo odstranit i za cenu výměny všech komponentů použitých pro toto vedení. Čímž neúměrně začaly narůstat náklady na řezání a v kombinaci s následnými operacemi se stala tato technologie nevyhovující a bylo nutné zahájit výběrové řízení s dodavateli strojů na dělení materiálu.

Během tohoto řízení jsme navrhli, že pro dělení tohoto materiálu použijeme kotoučové pily. Zaměřili jsme se proto na výrobce kotoučových pil a zahájili jsme potřebná jednání s těmito dodavateli Kaltenbach GmbH, BEHRINGER GmbH a PRESSTA EISELE.



*Obr. 5.1 Fotografie stroje firmy Kaltenbach GmbH*

První uvedenou firmu jsme zamítli z důvodu vysoké ceny strojního zařízení a přistoupili jsme k jednání s firmou BEHRINGER GmbH. Tato firma nám pro řezání tohoto polotovaru nabídla vysoce výkonnou plně automatickou pilu typu VA-L 350 NC1.

#### 4.1 Zkouška vysoce výkonné plně automatické kotoučové pily BEHRINGER typ VA-L 350 NC1

Vzhledem k nutnosti zefektivnění výroby řezaného polotovaru jsme vyzkoušeli na doporučení výrobce BEHRINGER GmbH vysoce výkonnou plně automatickou pilu typu VA-L 350 NC1.



*Obr. 5.2 Celkový pohled na pilu BEHRINGER typ VA-L 350 NC1*

##### 4.1.1 Popis a konstrukční rysy kotoučové pily VA-L 350 NC1

###### Základ stroje

Stroj je vybaven robustním stojanem s osazeným upínacím a podávacím zařízením, jakož i s dělícím agregátem pro hospodárné dělení hliníkových profilů a plného materiálu z hliníku – pouze pro rovné řezy – 90°

Na stroji lze používat pilová kotouč o průměru 350 mm s tvrdokovovým ozubením. Prostorné ochranné kryty umožňují snadný a optimální přístup do prostorů stroje. Stroj je vybaven protihlukovou izolací.

###### Řezný rozsah max. 90°

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Kruh            | 115 mm       |
| Plochý materiál | 100 x 70 mm  |
| Čtyřhran        | 105 x 105 mm |

### Dělicí agregát – jednotka

Frekvenčně regulovaný pohon s ventilátorem, výkon motoru 15 kW při 2700 ot/min., 400 V, 87 Hz. Na ose pily je regulační rozsah 800 – 4000 ot./min.

Posuv kotouče do řezu je nastavován pomocí hydraulického zařízení a lineárním snímačem vzdálenosti dráhy.

### Chlazení pilového kotouče

Stroj je vybaven tryskovým tlakovým chlazením (rozprašování oleje) s hlídáním množství oleje (základní vybavení stroje) pro účinné chlazení tvrdokovového kotouče. Obsah nádrže 4 litry. Chladicí médium je na bázi rostlinných olejů.

### Ostatní pohony

Stroj je vybaven hydraulickým agregátem pro pohon a funkci upínacích zařízení a funkci hydraulického válce pro posuv kotouče do řezu. Pro tryskové chlazení pilového kotouče je nutný přívod stlačeného vzduchu min. 6 barů.

### Upínací zařízení

Upínání obrobku je dvoubodové po obou stranách od pilového kotouče -vlevo a vpravo. Přídavně je vlevo od pilového kotouče osazeno ručně nastavitelné upínání. Upínací zařízení je sériově upraveno pro nasazení tvarových prizmatických čelistí. Redukce upínacího tlaku pro upínání svěráku materiálu a podávacího svěráku. Tyto redukce upínacího tlaku lze separátně nastavovat pro všechny svěráky upínacího zařízení.

### Posuv materiálu

Posuv materiálu je prováděn pomocí upínacích čelistí, které jsou poháněny servopohonem a kuličkovým šroubem. Uložení upínacího zařízení na podávacím svěráku je provedeno „letmo“, aby profily, které jsou posunovány, nebyly poškrábány a dobře navedeny do upínacího svěráku. Na odjezdové straně – vpravo od kotouče je namontována silná odkládací deska, na kterou jsou odsouvány nařezané díly následným materiálem – tyčí. Maximální podávací rychlost je 800 mm/ sec. - maximální zpětná rychlost podávacího svěráku je 800 mm/sec. Délku podávání (délku odřezu) lze nastavit pomocí pozicovacího zařízení do max. 9999 mm. Délka jednoho zdvihu svěráku je 1000 mm. Nejkratší délka odřezu ( dobrého kusu) je 10 mm.

### Rozšíření drážky řezu

Rozšíření drážky řezu po ukončení řezu (odskok) vlevo a vpravo od pilového kotouče zabráňuje poškození řezných ploch. Vlevo pomocí pozicování – vpravo pomocí dvou hydraulických válců.

### Řízení

Řízení stroje je prováděno pomocí programovacího zařízení s pamětí. SPS řízení obsahuje mnoho programů. Pod každý programem lze uložit několik sad – zakázek – tj. 50 programů po 30 sadách. Každá sada se skládá z čísla sady, počtu kusů a délky odřezu, umístění do odbavení materiálu a z řezných parametrů. Dále lze v ručním řízení ovládat jednotlivé funkce pily.

Stroj je vybaven počítadlem provozních hodin a dvěma bezkontaktními koncovými čidly se světelnými závorami. Minimální výška profilu 10 mm pro rozeznání začátku a konce materiálu.



*Obr. 5.3 Řízení stroje VA-L 350 NC 1*

#### **4.1.2 Zkoušky řezání na kotoučové pile VA-L 350 NC1**

Zkoušky řezání probíhali u výrobce pily celkem ve třech předpřejímkách, na který bohužel nedošlo k převzetí stroje a to z následujících důvodů.

Nedošlo k dodržení předepsané drsnosti povrchu řezané plochy Ra 3,2 a to i po změně nastavení filtru z hodnoty 2,5 na hodnotu 0,8 na měřicím zařízení. Naměřené hodnoty se pohybovali v rozmezí Ra 3,78 až Ra 4,5. (fotografie měření viz příloha č.1)

Dalším důvodem pro neúspěšnost zkoušky byl velký výskyt otlaků na bočních stěnách dílů. Tyto otlaky se vyskytovali u 29,7 % dílů z celkového množství 791 ks, které byli nařezány. (fotografie poškozených dílů viz příloha č. 2).

Mimo tyto dva hlavní technologické důvody dále nebylo splněno několik bodů, které byli uvedeny v nabídce stroje, jako například spotřebované množství mazacího oleje, hlučnost stroje a zbytek odřezaného materiálu.

## 5 Technologie dělení materiálu tvrdokovovým kotoučem

Po předchozí neúspěšné zkoušce jsme upustili od pilových kotoučů s naletovanými tvrdokovovými zuby a přešli jsme na technologii řezání tvrdokovovým kotoučem. Nejvhodnějším kandidátem vycházejícím z výběrového řízení se proto stala firma PRESSTA EISELE GmbH se strojem typu PROFILMA 200 E.



*Obr. 6.1 Kotoučová pila PROFILMA 200 E*

### 5.1 Popis a konstrukční rysy kotoučové pily PROFILMA 200 E

#### Ovládání

Ovládání je prováděno plnoautomatickou obsluhou.

#### Pohon stroje

Pohonem stroje je motor o výkonu 3,0 kW s napětím 400 V o frekvenci 50 Hz a otáčkách 1450 ot/min.

#### Pilové kotouče

Rozsah pilových kotoučů je od průměru 100 do průměru 200 mm, z materiálu HSS, nebo jde o kotouče tvrdokovové.

#### Řezný rozsah

Řezný rozsah stroje 50 x 110 mm ( výška x délka).

### Řízení stroje

Řízení stroje přes SPS Siemens S 7 – 300 s obrazovkou 5,7“, obsluha pomocí Touchpanelu.



*Obr. 6.2 Ovládací panel (Touchpanel simatic)*

Otáčky pilového kotouče jsou plynule regulovatelné od 1500 – 3750 ot /min. Počítadlo kusů s požadovaným a skutečným počtem kusů a koeficientem počtu kusů pro použití na svazek materiálu. Dále jsou zde políčka pro zadávání taktu řezu v sekundách.

Reverzační zařízení s pěti násobným posuvem s maximální délkou posuvu 2500 mm, který se vypíná při zvýšeném tlaku řezu (například tupý pilový kotouč), jedná se o hydro-pneumatický plynule nastavitelný posuv.

Stroj je vybaven automatickým vypínáním pomocí koncového snímače a je opatřen spínačem pro hlášení konce materiálu. Řízení stroje obsahuje i dálkovou diagnostiku pro případy řešení servisních operací na dálku.

### Podávací zařízení

Motorická jednotka posuvu spojená přes kuličkový šroub a servomotor se pohybuje po přesném vozíku lineárního plochého vedení. Délka posuvu nastavitelná pomocí řízení od 0 do 500 mm.

### Mazání kotouče

Jde o mikromazání s kontrolou stavu naplnění nádoby o objemu jeden litr.



### Přesnost řezání

Jde o velice přesný stroj v oblasti dělení materiálu přesnost řezaného dílu je deklarována v toleranci  $\pm 0,06$  mm.

### Příprava pro odsávání

Přípravou pro odsávání jsou dvě odsávací hrdla o průměru 100 mm z prostoru krytu řezného kotouče a z místa pod svěráky materiálu. Dále elektrická příprava pro napojení odsávacího zařízení a maximálním výkonem motoru 4 kW.

Stroj je dodáván bez upínacích čelistí a bez pilového kotouče, který ale musí mít upínací otvor o průměru 22 mm.

### Zařízení na odsávání třísek typ MG 8 PS

Zařízení odsává prach a třísky, které jsou následně shromažďovány do 900 litrové kovové nádrže, kterou je možno pomocí vysokozdvížného vozíku vyprázdnit. Pohonem odsávání je třífázový motor o výkonu 4 kW, který s odsávací turbínou vyvolává podtlak 2 hPa, maximální objem vzduchu činí 4000 m<sup>3</sup>/hod. Hlučnost zařízení je pod 85 dbA



*Obr. 6.3 Odsávací zařízení*

### Pilový kotouč tvrdokovový

Materiál 8SB 016057 o rozměrech Ø 160 x 1,2 x 22 mm Z 64 tvar zubu C



*Obr. 6.4 Detail značení pilového kotouče*

### 5.1.1 Řezání na kotoučové pile PROFILMA 200 E

Po úspěšné předpřejímce stroje PROFILMA 200 E u firmy ALUMA ČS, s.r.o., která je výhradním zastoupením výrobce PRESSTA EISELE GmbH pro českou a slovenskou republiku. Nabízené strojní zařízení splnilo všechny potřebné parametry, zejména drsnost povrchu, která se pohybovala v rozmezí od Ra 0,36 do Ra 0,43 a kolmost řezu, kde byla naměřená hodnota odchylky do 0,02 mm (měřeno úhelníkem a spárovými měrkami, základnou byl použit bok polotovaru).

Jsme zahájily zkoušky řezání v rámci přejímky ve firmě Klein & Blažek, s.r.o.

### 5.1.2 Nastavení stroje

#### Nastavení upínání profilované tyče, seřízení válečkového vedení:

Před zahájením vlastního řezání musí být stroj přenastaven pro řezaný profil materiálu. K tomu slouží výměnné upínací čelisti, které jsou šroubovány do základnen upínacího mechanismu. Ten se skládá z pneumatických válců s krokem do 30 mm, které jsou přišroubovány k základně stroje a na jejichž činné ploše jsou umístěny základny pro šroubování čelistí. Připevnění k základně stroje je provedeno pomocí šroubového spojení, které je přestavitelné v rozmezí celého chodu válce, to znamená v délce 30 mm.



Obr. 6.5 Upínání profilu

Další upínací mechanismus se nachází u podání materiálu, který obsahuje stejný typ, jaký je použit u pevného upnutí.

Dalším důležitým úkonem před zahájením řezání je nastavení válečkového vedení, které musí vytvořit se základnou stroje horizontální rovinu pro snadné a přesné podání materiálu. Ke správnému nastavení tohoto vedení slouží frézované drážky ve stěnách rámu ve kterých jsou pomocí šroubového spoje uchyceny jednotlivé válečky. Ty se proto dají snadno a přesně nastavit v každém jednotlivém úseku válečkového vedení. K hrubému nastavení válečkového vedení slouží stavěcí nohy.



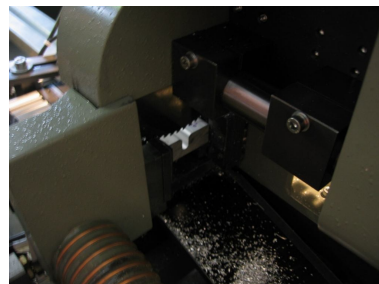
Obr. 6.6 Válečkové vedení

### Montáž pilového kotouče

Montáž pilového kotouče je velice snadná. Po demontáži krytu, který je uchycen pomocí třech šroubů, se odkryje odsávaný pracovní prostor pilového kotouče, kde je již na první pohled vidět utahovací matice. Po jejím odšroubení nasuneme pilový kotouč do uložení a matici našroubujeme zpět. Dotažení se provádí za pomoci dvou klíčů, přičemž první klíč slouží k přidržení vřetene a druhý k dotažení utahovací matice.

### Zakládání profilované tyče

Při předpřejímce stroje se osvědčilo zakládání profilu materiálu drážkou  $10 \pm 0,2$  mm směrem vzhůru, proto jsem použily stejný postup.



*Obr. 6.7 Umístění materiálu*

### Nastavení mazání

Nastavení mazání se provádí pomocí dvou škrtkících ventilů, jeden slouží pro regulaci množství přiváděného stlačeného vzduchu a druhý slouží pro nastavení množství průtoku mazacího média. Oba tyto škrtkící ventily mají svoji stupnici na které jsou pro náš typ materiálu nastaveny tyto hodnoty, olej – 1,2 dílku na stupnici, vzduch – 50 dílků na stupnici průtokoměru vzduchu, ten ještě přes řízení stroje udává časový interval pro takt mazání.

### Nastavení ovládacího systému stroje

Pro spuštění automatického cyklu je třeba v našem případě nastavit následující hodnoty: délka kusu – 25,9 mm a hodnota otáček – 3500 ot/min.

### Nastavení posuvu do řezu:

Nastavení posuvu do řezu se provádí pomocí regulačního ventilu, který ovládá hydro - pneumatický multiplikátor. V našem případě nastavujeme hodnotu v rozmezí 1,2 až 1,5 dílků na regulačním ventilu.



*Obr. 6.8 Regulační ventil*

### 5.1.3 Řezání

Po nastavení všech předcházejících úkonů přecházíme ke zkoušce řezání. Po několika kusech dochází k automatickému vyhodnocení cyklového času stroje, který se pohybuje okolo 25 sec. na jeden řez. Tento čas je vyhodnocen systémem stroje, který je odvozen z nastavení rychlosti posuvu kotouče do řezu a z posuvu materiálu na požadovanou délku.

Proudové zatížení motoru stroje se pohybuje okolo 4,9 A čímž dochází k zastavení stroje pro přetížení. Po odstavení stroje a podrobné prohlídce jsme zjistili nalepení materiálu na zubech pilového kotouče, což bylo způsobeno nedostatečným mazáním. Vyměnili jsme proto pilový kotouč a pokračovali v řezání materiálu s novým nastavením mazání, olej – 1,1 dílku na stupnici, vzduch – 40 dílků. Cyklový čas se tím prodloužil na 26 sec. na jeden řez, avšak ani tato úprava nepomohla a došlo k opětovnému zastavení stroje na přetížení po dvaceti nařezaných kusech. Provedli jsme proto zvětšení otvoru na mazací trysce z 5 mm na 7 mm a opět jsme přenastavili mazání, olej – 1,5 dílku na stupnici, vzduch – 45 dílků. Tímto krokem došlo k výraznému zlepšení proudového zatížení stroje, které pohybovalo okolo 2,5 A, avšak po nařezání 50 ks dílů začalo hodnota proudového zatížení opět narůstat a proto jsme stroj zastavili. Po kontrole pracovního prostoru jsme zjistily hromadění velkého množství třísek v drážce  $10 \pm 0,2$  mm, což bylo způsobeno velkým množstvím mazacího oleje přiváděného do řezu. Tím došlo k lepení třísek a odsávání nebylo schopné tyto třísky odvádět pryč z pracovního prostoru pilového kotouče a na ten se z tohoto důvodu opět začal nalepovat řezaný materiál.

Vyčistili jsme tedy pracovní prostor pilového kotouče, očistili jsme dosedací plochy svěráku a opět jsme založili řezaný materiál, který jsme tentokrát otočily drážkou  $10 \pm 0,2$  mm dolů a opět jsme přenastavili mazání, olej – 1,0 dílku na stupnici, vzduch – 50 dílků.

Po této úpravě už jsme na stroji řezali bez závad, cyklový čas stroje jsme zkrátili na 20 sec. na jeden řez, nastavení posuvu na regulačním ventilu jsme tedy nastavili na 1,4 dílky. Nařezali jsme tímto způsobem potřebný počet kusů a přistoupili jsme k měření nařezaných polotovarů.

#### 5.1.4 Měření dílů

Vzhledem k velké toleranci řezaného rozměru  $25,9 - 0,4$  mm stačí k měření délky dílů digitální posuvka a pro určení kolmosti dílu úhelník v kombinaci se spárovými měrkami. Tento jednoduchý způsob měření délky polotovaru je dán i z důvodu, že jde o první operaci na kterou navazují další a daleko složitější operace.

Naproti tomu měření drsnosti povrchu na obou stranách odřezaného materiálu se provádí na určeném kontrolním pracovišti, které je součástí výrobní haly a je opatřeno drsnoměrem. Toto měření může provádět obsluha stroje, která je k tomuto úkonu řádně proškolená. Drsnost povrchu pro náš polotovar nesmí překročit hodnotu  $Ra\ 3,2$ , což je naplněno s dostatečnou rezervou. Hodnota naměřená na obou stranách polotovaru se pohybovala stejně jako u předpřejímky, tedy v rozmezí od  $Ra\ 0,36$  do  $Ra\ 0,43$ . (fotografie vzhledu povrchu viz příloha č. 3).



*Obr. 6.9 Kontrolní pracoviště pro měření drsnosti povrchu*

Vzhledem k úspěšnému průběhu řezání dílu a vyhovujícímu výsledku měření došlo k převzetí stroje a přistoupili jsme ke stanovení technologického postupu a ke stanovení výkonové normy.

### **5.1.5 Technologický postup řezání polotovaru z profilu 8557 na kotoučové pile PROFILMA 200 E**

Ve spolupráci s technologií firmy Klein & Blažek, s.r.o. jsme stanovili na základě cyklového času stroje a snímku pracovního dne, výkonovou normu na 42,75 Nmin /100 ks, což odpovídá 1052 ks za jednu pracovní směnu.

Po stanovení výkonové normy jsme přešli ke zpracování popisu operace.

#### Popis operace (doprovodný text technologického postupu):

Před spuštěním stroje vždy zkontrolovat zadané hodnoty v menu obslužného panelu.

Pokud dojde k zastavení stroje na 0,5 hodiny musí se vždy provést minimálně 3 řezy bez materiálu z důvodu namazání kotouče.

čas řezu 18 – 21 sec.

LUBRICA – minimálně 40 taktů - olej PROFILMA 68 ( bezpečnostní list viz. příloha č.4)

počet řezů (po snímači materiálu) – 4 ks

vzadu v dávkování musí být nastaveno 1,2

Dále je nutno zkontrolovat

funkčnost odsávacího zařízení (čistit vždy na konci směny)

vyčistit pracovní plochu před vložením nového profilu

zkontrolovat tlak upínače na manometru

Řezání provádět v automatickém cyklu.

Před založením nové tyče vždy očistit dorazové plochy pilových svěráků, plochy kde zajíždí pilový kotouč a vyfoukat z obou stran kryt pilového kotouče.

Na válečkovou trať uložit jednu očištěnou tyč profilu č. 8557 (orientovaně drážkou směrem dolů – z důvodu prohnutí tyče a následného poškození kotouče).

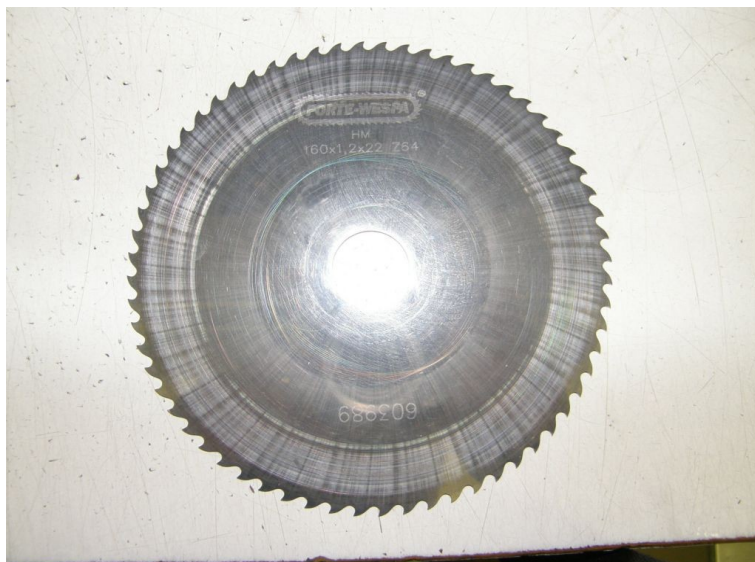
Řezat polotovary na rozměr 29,9 – 0,4 mm

Díly (drážku) vyfoukat stlačeným vzduchem.

Otáčky motoru 3500 ot/min

Rychlost posuvu  $s = 1,4 - 1,5$  dílků na regulačním ventilu

Pilový kotouč průměr 160 x 1,2 x 22 Z 64 ZF B



*Obr. 6.10 Pilový kotouč*

Pozor:

Dbát zvýšené opatrnosti, aby nedocházelo při manipulaci s tyčemi k deformaci drážky o šířce  $10 \pm 0,2$  mm



### **5.1.6 Finanční náklady na výrobu polotovaru pomocí operace řezání na kotoučové pile PROFILMA 200E**

#### Řezání profilu č.8557 na pilce PROFILMA

Řezat 25,9 -0,4 Tř.5 0,2875 Mzda Kč/kus

Tyč profil č.8557: 87,0 Kč/kg.

Materiálová spotřeba: 0,1636 kg/kus tj. 14,23 Kč/kus.

Mazací olej PROFILMA 68 0,33 Kč/ks

Pilový kotouč (3x přebroušení)

životnost 45000 řezů 0,286 Kč/ks

přeastření kotouče 500 Kč 0,033Kč/ks

Kalkulována cena kotouče 12896 Kč, cena oleje PROFILMA 68 500 Kč.

Celkové náklady: 15,16 Kč/ks (úspora 0,43 Kč/ks)

Poznámka: Mzdové náklady jsou uvedeny dle platové třídy firmy Klein & Blažek, s.r.o. a nezahrnují prémie a sociální a zdravotní pojištění.

Z uvedené kalkulace vyplývá značná úspora oproti řezání na pásové pile BEHRINGER HBM 360 A. Avšak jsou zde ještě oblasti ve kterých je možné ušetřit další prostředky a tím zvýšit zisk z prováděné operace. Mám namysli životnost používaného kotouče, počet jeho přebroušení a v poslední řadě cena mazacího oleje, která činí 16 EUR za jeden litr.



## 6 Technicko-ekonomické zhodnocení

### 6.1 Kalkulace řezání

#### Řezání profilu č.8557 na pilce Behringer

|                |           |      | Mzda Kč/kus |
|----------------|-----------|------|-------------|
| OP 10 Řezat    | 26,5 –0,5 | Tř.5 | 0,2588      |
| OP 20 Frezovat | 25,9 –0,4 | Tř.6 | 0,1719      |

|                       |                                   |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Tyč profil č.8557:    | 87,0 Kč/kg.                       |
| Materiálová spotřeba: | 0,1726 kg/kus tj. 15,0162 Kč/kus. |
| Pilový pás            | 0,1515 Kč/ks                      |

**Celkové náklady: 15,5984 Kč/ks**

#### Současný stav: Řezání profilu č.8557 na pilce PROFILMA

|                                | Mzda Kč/kus                     |
|--------------------------------|---------------------------------|
| OP 10 Řezat 25,9 -0,4 Tř.5     | 0,2875                          |
| Tyč profil č.8557:             | 87,0 Kč/kg.                     |
| Materiálová spotřeba:          | 0,1636 kg/kus tj. 14,23 Kč/kus. |
| Mazací olej PROFILMA 68        | 0,33 Kč/ks                      |
| Pilový kotouč (3x přebroušení) |                                 |
| životnost 45000 řezů           | 0,286 Kč/ks                     |
| přeostření kotouče 500 Kč      | 0,033Kč/ks                      |

Kalkulována cena kotouče 12896 Kč, cena oleje PROFILMA 68 500 Kč.

**Celkové náklady: 15,16 Kč/ks (úspora 0,43 Kč/ks)**

Poznámka: Mzdové náklady jsou uvedeny dle platové třídy firmy Klein & Blažek, s.r.o. a nezahrnují prémie a sociální a zdravotní pojištění.

Z předchozí uvedené kalkulace je patrná výrazná úspora při využití stroje PROFILMA 200 E pro řezání profilu č. 8557. Při plánované produkci 700 000 ks za rok je výsledná úspora rovna 301 000,- Kč. Avšak tato úspora není jedinou úsporou při využití tohoto stroje.

Další obrovskou úsporou je energie, jelikož strojní pásová pila BEHRINGER HBM 360 A používá motor o výkonu 15 kW a oproti tomu kotoučová pila PROFILMA 200 E má výkon motoru 4 kW.

## **Závěr**

Závěrem této práce je pozitivní výsledek užití navrženého a odzkoušeného způsobu dělení materiálu pomocí tvrdokovového kotouče na stroji PROFILMA 200 E, které je již v současné době zavedeno v sériové výrobě ve firmě Klein & Blažek, s.r.o. a používá se nyní při dělení všech polotovarů z hliníkových slitin. Tyto jsou dále zpracovány v následných operacích, převážně v CNC frézách.

Při užití této technologie dělení materiálu došlo k odstranění hlavních problémů vznikajících při řezání pomocí pilového pásu. Jde hlavně o úsporu z důvodu vypuštění operace frézování, která musela být zavedena po řezání na pásové pile BEHRINGER HBM 360 A.

Dalším velkým úspěchem je dodržení předepsané drsnosti povrchu dané výkresovou dokumentací obrobku, která je splněna s dostatečnou rezervou a není nutné ji po samotném řezání nějak upravovat.

Posledním parametrem u kterého došlo k výraznému zlepšení oproti původní technologii dělení materiálu je kolmost řezu. Ta má hlavní vliv na úsporu v oblasti spotřeby materiálu, kde není nutné používat při řezání velkého přídatku pro další operace. Tento faktor zajišťuje dostatečně tuhé upnutí materiálu a pevné přesné vedené posuvu pilového kotouče do řezu, což na pásové pile není možné zajistit, jelikož pás je v okamžiku řezu mimo oblast svého vedení a čím je delší dráha řezu, tím je horší výsledek kolmosti.

Navíc ekonomická kalkulace nového způsobu dělení materiálu vyšla s úsporou oproti původní technologii dělení materiálu a to i za použití poměrně dražšího rezného nástroje, v našem případě pilového kotouče a výrazně dražší rezné kapaliny.

Z hlediska enviromentálních vlivů došlo také ke zlepšení z důvodu nižší energetické náročnosti nového stroje PROFILMA 200 E, který je využit při technologii řezání tvrdokovovým kotoučem. energetická náročnost je třikrát nižší než původní technologie dělení materiálu.

Po celkovém zhodnocení je nová technologie produktivnější má nižší provozní náklady a je přesnější.

## **Poděkování**

Chtěl bych touto formou poděkovat úseku technologie obrábění firmy Klein & Blažek, s.r.o. za velice kladnou spolupráci při řešení a zpracování tohoto problému.

Krejčí Ladislav

## **Seznam použité literatury**

### **Knihy**

BRYCHTA, J., HAVRILA, M., JURKO, J., ZAJAC, J. Top trendy v obrábání, I. část – Obrábané materiály. Žilina: Media/ST, s.r.o., Žilina, 2006, 193 s. ISBN 80-968954-2-7.

NESLUŠAN, M., TUREK, S., BRYCHTA, J., ČEP, R., TABAČEK, M. Experimentálne metódy v trieskovom obrábání. [I] Žilina: EDIS Žilina, 2007, 343 s. ISBN 978-80-8070-711-8.

VASILKO, K., HAVRILA, M., MARCINČIN-NOVÁK, J., MÁDL, J., ZAJAC, J. Top trendy v obrábání, III. část – Technologie obrábění. [I] Žilina: Media/ST, s.r.o., Žilina, 2006, 214 s. ISBN 80-968954-2-7.

VASILKO, K., NOVÁK-MARCINČIN, J., HAVRILA, M. Výrobné inžinierstvo. [I] Prešov: Datapress Prešov, 2003, 424 s. ISBN 80-7099-995-0.

ZAJAC, J., JURKO, J., ČEP, R. Top trendy v obrábání, II. část – Nástrojové materiály. [I] Žilina: Media/ST, s.r.o., Žilina, 2006, 193 s. ISBN 80-968954-2-7.

### **Internetové zdroje**

KLEIN & BLAŽEK, s.r.o.[online, cit.20.4.2009]. Dostupné z:<<http://www.kleibl.cz>>.

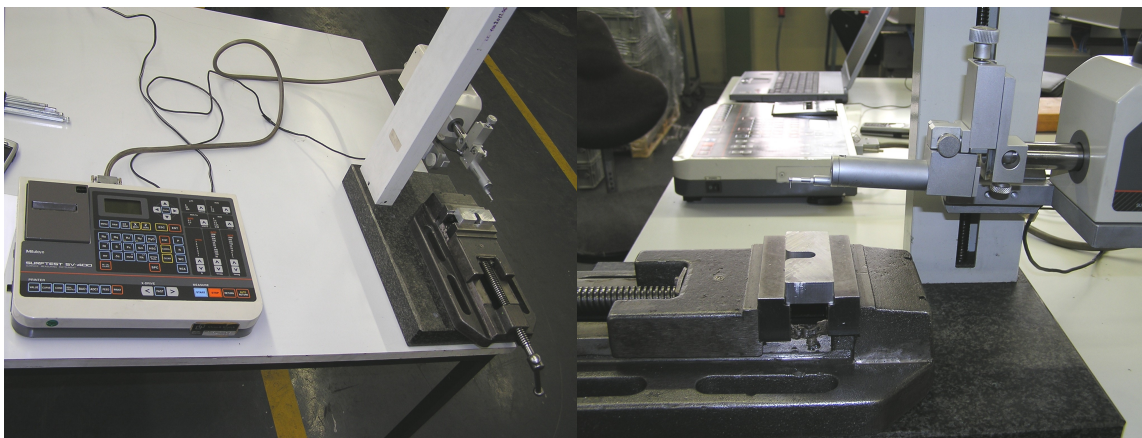
### **Specifické zdroje**

Interní organizační směrnice firmy Klein & Blažek, s.r.o.

## **Seznam příloh**

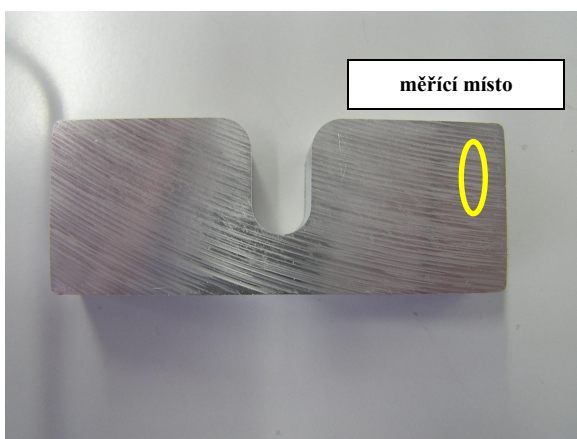
- Příloha č. 1    Fotografie měření drsnosti povrchu při zkouškách kotoučové pily  
BEHRINGER typu VA-L 350 NC1.
- Příloha č.2    Fotografie poškozených dílů s otlaky při zkoušce řezání na kotoučové pile  
BEHRINGER typu VA-L 350 NC1.
- Příloha č.3    Fotografie vzhledu povrchu po dělení materiálu u obou technologií
- Příloha č.4    Bezpečnostní list oleje PROFILMA 68

## Příloha č. 1



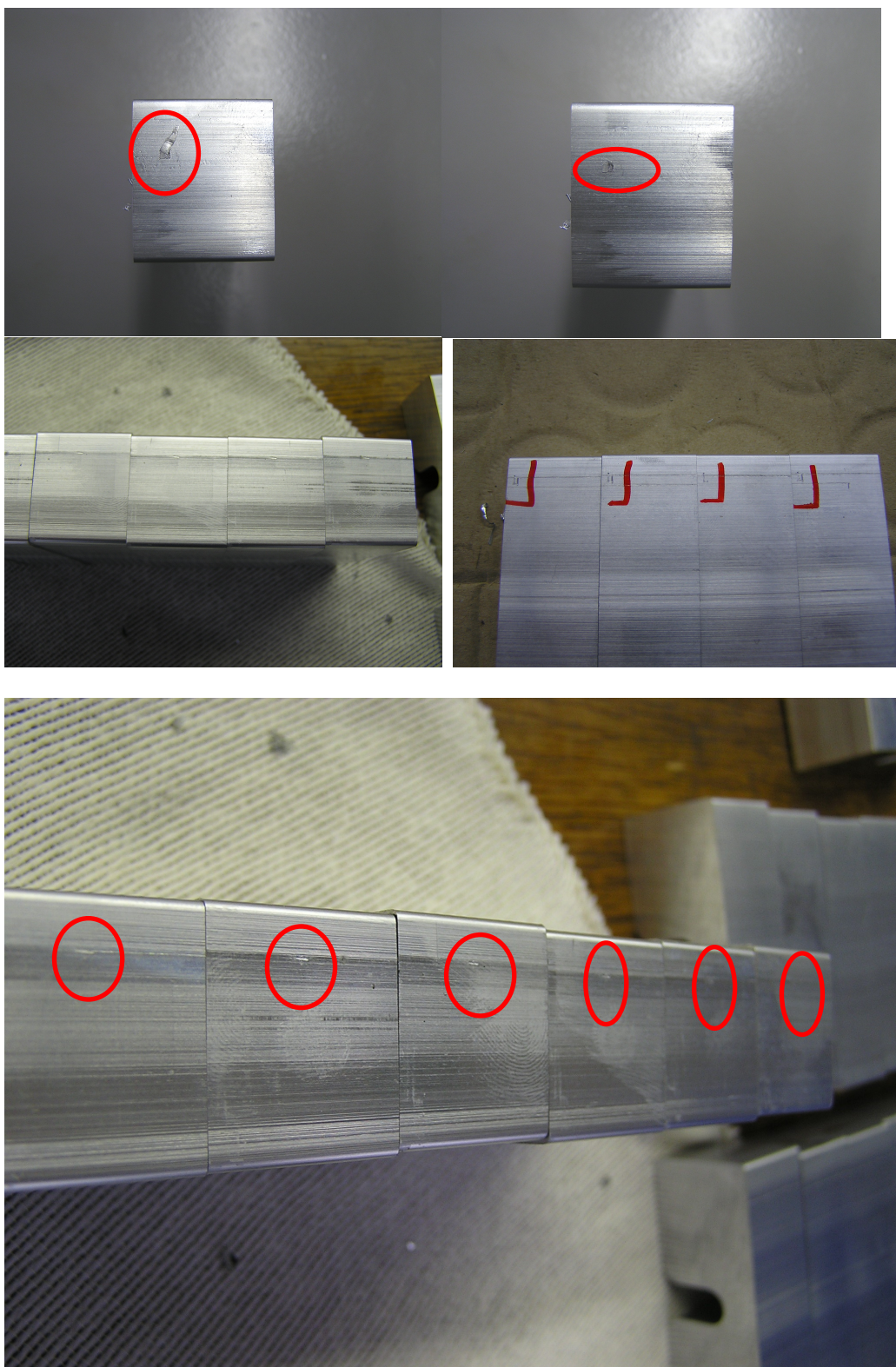
*Měřicí stanoviště*

*Detail měření*



*Měřicí místo*

## Příloha č. 2





### Příloha č.3



*Povrch po řezání na pásové pile HBM 360 A*



*Povrch po řezání na kotoučové pile PROFILMA 200 E*

## Příloha č.4

### EÚ-list bezpečnostných údajov

List bezpečnostných údajov podľa Gef StoffV, TRGS 220

Obchodný názov: PROFILMA 68

---

#### 1. Označenie látky / prípravku a firemné označenie

##### Údaje k výrobku

Obchodný názov: PROFILMA 68

Údaje ohľadom výrobcu / dodávateľa

##### 1.Firma

#### **PRESSTA-EISELE GmbH**

Steigstrasse 46

731 01 Aichelberg

Tel. 0 71 64 / 94 00 - 0

Fax 0 71 64 / 94 00 - 25

#### 2. Zloženie / Údaje ku zložkám

Chemická charakteristika:

Minerálny olej hydrogenovaný pod vysokým tlakom

#### 3. Možné nebezpečenstvá

Odpadá

#### 4. Opatrenia prvej pomoci

Všeobecné upozornenia

Navlhčený odev vymeniť.

Po vdýchnutí postihnutého dať na čerstvý vzduch.

Pri kontakte s pokožkou umyť s vodou a mydlom.

Pri kontakte s očami dôkladne vymyť vodou a konzultovať s lekárom

Po prehĺtnutí vymyť ústa. Nevývolávať zvracanie. Konzultovať s lekárom

#### 5. Opatrenia na zdlanie požiaru

Vhodné hasiace prostriedky

Oxid uhličitý

Hasiaci prášok

Pena

Z bezpečnostných dôvodov nevhodné hasiace prostriedky

Plný prúd vody

Mimoriadne ohrozenia samotným prípravkom, jeho spalnými produktami alebo vznikajúcimi plynmi

Pri požiaru sa môže uvoľňovať: oxid uhoľnatý (CO)

Špeciálne ochranné vybavenie pri boji proti požiaru

Používať samostatný prístroj na ochranu dýchacích ciest

## 6. Opatrenia pri neúmyselnom uvoľnení

Bezpečnostné opatrenia týkajúce sa osôb  
Mimoriadne nebezpečenstvo pošmyknutia v dôsledku vytečeného produktu.  
Opatrenia na ochranu životného prostredia  
Nedovoliť preniknutiu do podlažia / oblasti pôdy.  
Nedovoliť preniknutiu do kanalizácie / povrchovej vody / podzemnej vody.  
Postup pri čistení / zachytávaní  
Zachytávať pomocou materiálu viažúceho kvapaliny (napr. prostriedok viažúci olej 'OEST DRI').  
Zachytený materiál zlikvidovať podľa predpisov.

## 7. Manipulácia a skladovanie

Manipulácia  
Upozornenie ohľadom bezpečného zaobchádzania  
Pri odbornom používaní sa nevyžadujú žiadne mimoriadne ochranné opatrenia.  
Upozornenie na ochranu proti požiaru a explózií  
Uchovávať vzdialené od zápalných zdrojov.  
Požiadavky na skladovacie priestory a nádoby  
Určite zabrániť preniknutiu do pôdy.  
Nádoby uchovávať pevne uzatvorené.  
Ďalšie údaje k podmienkam skladovania

## 8. Ohraničenie expozície a osobné ochranné vybavenie

Zložky s hraničnými hodnotami, ktoré sa vzťahujú na pracovisko a ktoré je potrebné kontrolovať  
žiadne  
Osobné ochranné vybavenie  
Ochrana dýchacích ciest: pri tvorbe aerosolu a hmloviny  
Ochrana rúk: ochranné rukavice (odolné voči oleju)  
Ochrana očí: ochranné okuliare, pri nebezpečenstve vstreknutia  
Ochranné a hygienické opatrenia:  
Uchovávať vzdialené od potravín a nápojov.  
Po práci a pred prestávkami starať sa o dôkladné čistenie pokožky.

## 9. Fyzikálne a chemické vlastnosti

Vzhľad  
Skupenstvo: kvapalné  
Farba: bez farby  
Zápach: bez zápachu  
Údaje dôležité pre bezpečnosť

### Zmeny stavu

|                        |        |       |                    |              |
|------------------------|--------|-------|--------------------|--------------|
| Hustota                | (15°C) | 0,867 | g/cm <sup>3</sup>  | DIN 51 757   |
| Pourpoint              |        | -9    | °C                 | ISO 3016     |
| Viskozita              | (40°C) | 71    | mm <sup>2</sup> /s | DIN 51 562   |
| Rozpustnosť<br>vo vode | (20°C) | <0,1  | g/l                |              |
| Bod vznietenia         |        | 230   | °C                 | DIN ISO 2592 |

#### **10. Stabilita a reaktivnosť**

Nebezpečné reakcie

Reakcie so silnými oxidačnými prostriedkami.

Nebezpečné rozkladné produkty

Pri termickom rozklade môžu vznikať rôzne rozkladné produkty, ktorých presné zloženie závisí od podmienok rozkladu.

#### **11. Ekotoxikologické údaje**

Produkt sa netestoval.

Podľa našich skúseností sú prípravky tohto druhu toxikologicky bezchybné.

Výpoveď je odvodená z vlastností jednotlivých komponentov.

#### **12. Údaje k ekológii**

Produkt je ťažko rozpustný vo vode. Môže sa abiotickými procesmi, napr. mechanickým vylučovaním, vo veľkom rozsahu eliminovať z vody.

Zabrániť prenikaniu do oblasti pôdy, vodstva a kanalizácie.

#### **13. Upozornenia ohľadom likvidácie**

Podľa zákona o odpadoch z 27.08.1986

Kľúč pre odpady: 54113 (strojové a turbínové oleje)

podľa ustanovenia Nariadenia o odpadoch z 03.04. 90

#### **14. Údaje ohľadom transportu**

Transport po zemi GGVS/GGVE.

Žiadny nebezpečný tovar.